







Informe de Monitoreo de Vibraciones

Proyecto
"Mina de Cobre Panamá"

Preparado para:
Minera Panamá, S.A.









Abril, 2016

Informe de Monitoreo de Vibraciones

Proyecto “Mina de Cobre Panamá”

Preparado para:



Elaborado por:



Abril, 2016

CODESA CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	Responsable	Control de calidad	Gerencia
Idoneidad DIPROCA-AA-003-2012	Roy Quintero DIPROCA-AA-031-2013/ Act. 2015	Leyson Guillén DIPROCA-AA-012-2001	Karina Guillén

Índice

2.7.1. Introducción ... 4
2.7.2. Objetivo general ... 5
2.7.3. Objetivos específicos ... 5
2.7.4. Aspecto Metodológico ... 5
2.7.5. Especificaciones del equipo utilizado y datos de la medición ... 6
2.7.6. Resultados ... 7
2.7.7 Conclusión ... 28
2.7.8. Recomendaciones ... 28
2.7.9. Bibliografía ... 29
Anexos ... 30
Anexo 2.7.1 Data generada por el equipo durante las mediciones
Anexo 2.7.2 Certificado de calibración del equipo
Anexo 2.7.3 Extracto de la Norma de vibraciones en Panamá
Anexo 2.7.4 Cadenas de Custodia

2.7.1. Introducción

La vibración es un movimiento oscilatorio de partículas de los cuerpos sólidos respecto a una posición de referencia, en relación al tiempo; es el número de veces por segundo que se realiza un ciclo completo al cual se le llama frecuencia y se mide en hertzios[1] (ISO 1997; OIT 2001).

La vibración puede ser general, que es aquella que se transmite a todo el cuerpo, a través de las superficies de apoyo como los pies, regiones glúteas o puede ser local, la cual se refiere a la vibración aplicada a partes específicas del cuerpo, como las manos y brazos (MICI- DGNTI 2000).

Su valoración se hace a través de un instrumento de medida conocido como Vibrómetro, que contiene en su interior unos filtros de ponderación que se integran de acuerdo al potencial lesivo, el cual mide las siguientes variables: frecuencia, amplitud, eje X, Y o Z de entrada por mano-brazo o por cuerpo entero. Las vibraciones pueden alterar las actividades del trabajador ya que deteriora la adquisición de información y la salida de información (ya sea afectando la capacidad de concentración del trabajador, deteriorando sus capacidades motoras o coordinación). Con frecuencia no es posible relacionar directamente las alteraciones de las funciones fisiológicas en condiciones de campo con las vibraciones, dado que ésta suele actuar conjuntamente con otros factores significativos como la elevada tensión mental o el ruido (OIT 2001).

En exposiciones crónicas, los efectos nocivos más graves y frecuentes son las alteraciones en la columna vertebral y en el sistema nervioso central. Otros tipos de riesgos importantes para la salud producto de la vibración, son los trastornos de la circulación periférica (venas varicosas y hemorroides), cardiopatía isquémica, hipertensión, alteraciones neurovasculares y enfermedades gastrointestinales (Pichardo y Jiménez 2007).

---

[1] Unidad de frecuencia en el Sistema Internacional, equivalente a la frecuencia de un movimiento vibratorio que ejecuta una vibración cada segundo. Su símbolo es Hz

En Panamá, el Reglamento Técnico DGNTI[2]-COPANIT[3] 45-2000[4], establece los límites máximos permisibles y el tiempo al que un trabajador puede estar expuesto a vibraciones, durante su jornada laboral. El presente informe contempla el análisis de los resultados obtenidos en los monitoreos de vibraciones, realizados a las maquinarias que utilizan los trabajadores en las diferentes áreas del Proyecto “Mina de Cobre Panamá”.

2.7.2. Objetivo general

Evaluar los niveles de vibración a los que están expuestos los trabajadores del Proyecto “Mina de Cobre Panamá” durante el desarrollo de sus actividades.

2.7.3. Objetivos específicos

- Identificar las fuentes que generan vibración dentro del Proyecto.
- Evaluar los niveles de vibración de la fuente identificada, para establecer la relación entre los niveles máximos permisibles de vibración y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo, según los requisitos que establece el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000.

2.7.4. Aspecto Metodológico

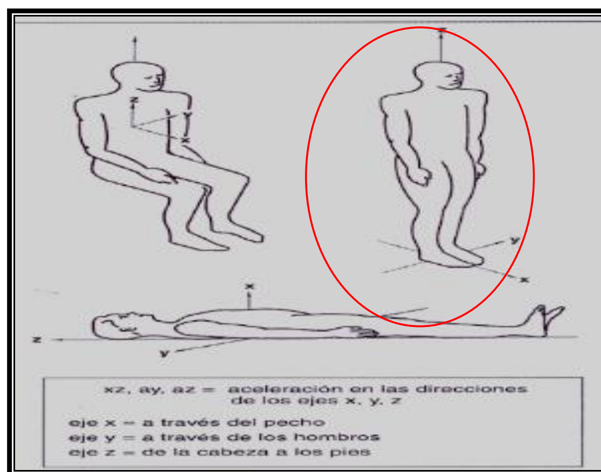
Los parámetros a evaluar son el valor de la raíz media cuadrática de la aceleración de la vibración, así como el tiempo de exposición del trabajador. Al existir vibración en más de una dirección, se depreciará la posible interacción entre ellas (Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000).

[2] DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial
[3] COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas
[4] Reglamento Técnico que aplica para Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se generen Vibraciones.

Las mediciones fueron realizadas del 4 al 8 de abril del 2016; el sensor del vibrómetro se colocó en los asientos de las diferentes maquinarias que se utilizan dentro del Proyecto, con el propósito de medir las vibraciones percibidas por los operadores.

Se realizó la programación del equipo para medir las vibraciones a los trabajadores expuestos y se utilizó el filtro Wk, el cual sirve para medir vibraciones de todo el cuerpo en la dirección de la columna vertebral, en personas de pie o sentadas; para medir vibraciones en sentido vertical a la superficie donde se encuentran, en el caso de personas tumbadas; así como vibraciones en las tres direcciones espaciales (eje X, Y, Z), que influyen en los pies de las personas sentadas según la ISO, 2631-1, tal como se muestra en la imagen 2.7.1 (persona en posición sentada).

Imagen 2.7.1. Esquema de la medición de vibración en tres direcciones espaciales



Fuente: ISO 2631-1:1997.

2.7.5. Especificaciones del equipo utilizado y datos de la medición

En la tabla 2.7.1 se muestran las especificaciones del equipo (Medidor de vibraciones) y datos generales de las mediciones.

Tabla 2.7.1. Información técnica del equipo utilizado y datos de las mediciones

Información técnica	
Equipo empleado	Medidor de Vibraciones
Fabricante	Casella
Modelo	CEL-960
Calibración	3 de julio de 2015 En el anexo 2.7.2 se adjunta el certificado de calibración del equipo
Norma aplicada	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000 (ver Reglamento en el anexo 2.7.3).
Día de la medición	4 al 8 de abril de 2015
Tiempo de Medición	(15 minutos/dirección espacial -X, Y y Z-) por cada punto
Nombre del técnico (a)	Venicia Cerrud y Roy Quintero

Fuente: Especificaciones técnicas del equipo de medición, 2016.

2.7.6. Resultados

En la tabla 2.7.2 se muestran los datos de las mediciones que se efectuaron en el Proyecto.

Tabla 2.7.2. Datos de la medición Vibraciones- Proyecto "Mina de Cobre Panamá"

Área de trabajo	Fecha y hora de medición	Nombre del Operador	Ubicación geográfica del equipo (UTM, WGS 84)	Equipo
Pre-Stripping (Botija) – Punto 1	4 de abril de 2016 4:29 p.m.	Alex Fuentes	977333 N/ 537674 E	Tractor de cadenas
Cantera del Puerto (Área 23) – Punto 1	5 de abril de 2016 2:21 p.m.	Eligio Cruz	995304 N/ 533994 E	Excavadora Hidráulica
Cantera del Puerto (Área 23) – Punto 2	5 de abril de 2016 3:40 p.m.	Federico Mendoza	995406 N/ 534048 E	Excavadora Hidráulica

Área de trabajo	Fecha y hora de medición	Nombre del Operador	Ubicación geográfica del equipo (UTM, WGS 84)	Equipo
Pre-Stripping (Botija) – Punto 2	6 de abril de 2016 1:59 p.m.	Pedro Ortíz	977962 N/ 537662 E	Tractor de cadenas
Pre-Stripping (Botija) – Punto 3	6 de abril de 2016 4:05 p.m.	Wilmer Cabrera	977749 N/ 537250 E	Perforadora de rocas
Pre-Stripping (Botija) – Punto 4	6 de abril de 2016 4:54 p.m.	Virgilio Serrano	977749 N/ 537250 E	Perforadora de rocas
Sitio Planta – Frente 61	7 de abril de 2016 9:16 a.m.	Jhony Sánchez	978824 N/ 539755 E	Motoniveladora
Sitio Planta - Flotation	7 de abril de 2016 11:15 a.m.	Máximo Jované	978435 N/ 539760 E	Excavadora hidráulica
Pre-Stripping (Botija) – Punto 5	7 de abril de 2016 2:09 p.m.	Carlos Santos	976735 N/ 537470 E	Excavadora hidráulica
Presa Norte - TMF	8 de abril de 2016 1:53 p.m.	Mario Caballero	983051 N/ 537033 E	Tractor de cadenas

Fuente: CODESA, 2016.

Pre-Stripping (Botija) – Punto 1

El monitoreo realizado a Alex Fuentes (asiento del operador del tractor de cadenas) en el área del Pre-Stripping (Botija) – Punto 1 (ver imágenes 2.7.2 y 2.7.3), registró valores debajo de los límites establecidos en el Reglamento Técnico utilizado como referencia (ver tabla 2.7.3).

Tabla 2.7.3. Resultado de Monitoreo de Vibraciones Pre-Stripping (Botija) – Punto 1

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X** (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos		**Aceleración en Y** (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos		**Aceleración en Z** (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	0.180	**1,270**	0.119	**1,270**	0.168	**3,560**
1,25	0.220	**1,270**	0.162	**1,270**	0.185	**3,180**
1,6	0.324	**1,270**	0.262	**1,270**	0.214	**2,820**
2	0.367	**1,270**	0.366	**1,270**	0.277	**2,510**
2,5	0.383	**1,580**	0.437	**1,580**	0.336	**2,220**
3,15	0.439	**2,010**	0.466	**2,010**	0.417	**1,980**
4	0.402	**2,540**	0.577	**2,540**	0.473	**1,780**
5	0.353	**3,170**	0.529	**3,170**	0.485	**1,780**
6,3	0.351	**4,010**	0.419	**4,010**	0.518	**1,780**
8	0.396	**5,090**	0.491	**5,090**	0.565	**1,780**
10	0.545	**6,330**	0.696	**6,330**	0.716	**2,260**
12,5	0.691	**7,910**	0.468	**7,910**	0.526	**2,830**
16	0.477	**10,17**	0.253	**10,17**	0.313	**3,560**
20	0.515	**12,66**	0.533	**12,66**	0.695	**4,520**
25	0.592	**15,83**	0.849	**15,83**	1.05	**5,650**
31,5	0.470	**20,07**	0.670	**20,07**	0.695	**7,080**
40	0.474	**25,44**	0.471	**25,44**	0.492	**9,040**
50	0.353	**31,65**	0.254	**31,65**	0.284	**11,31**
63	0.325	**40,13**	0.146	**40,13**	0.186	**14,14**
80	0.300	**50,87**	0.126	**50,87**	0.160	**17,81**

Fuente: CODESA, 2016.





Imágenes 2.7.2 y 2.7.3. Monitoreo de vibración en el Pre-Stripping (Botija) – Punto 1 – tractor de cadenas (977333 N/ 537674 E)

Cantera del Puerto (Área 23) – Punto 1

La medición de vibración humana realizada al operador de la excavadora hidráulica en el área de la Cantera del Puerto (Área 23) – Punto 1, Eligio Cruz (ver imágenes 2.7.4 y 2.7.5), registró valores que se encuentran por debajo de los valores establecidos en el Reglamento Técnico Nº DGNTI-COPANIT-45-2000 (ver tabla 2.7.4).

Tabla 2.7.4. Resultado de Monitoreo de Vibraciones Cantera del Puerto (Área 23) – Punto 1

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	0.127	**1,270**	0.0919	**1,270**	0.0409	**3,560**
1,25	0.138	**1,270**	0.101	**1,270**	0.0467	**3,180**
1,6	0.137	**1,270**	0.116	**1,270**	0.0631	**2,820**
2	0.169	**1,270**	0.124	**1,270**	0.0914	**2,510**
2,5	0.171	**1,580**	0.145	**1,580**	0.146	**2,220**

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000
3,15	0.149	**2,010**	0.163	**2,010**	0.158	**1,980**
4	0.116	**2,540**	0.158	**2,540**	0.114	**1,780**
5	0.111	**3,170**	0.188	**3,170**	0.102	**1,780**
6,3	0.153	**4,010**	0.150	**4,010**	0.134	**1,780**
8	0.194	**5,090**	0.0825	**5,090**	0.141	**1,780**
10	0.162	**6,330**	0.160	**6,330**	0.146	**2,260**
12,5	0.115	**7,910**	0.187	**7,910**	0.127	**2,830**
16	0.0967	**10,17**	0.236	**10,17**	0.125	**3,560**
20	0.0785	**12,66**	0.287	**12,66**	0.109	**4,520**
25	0.106	**15,83**	0.197	**15,83**	0.0582	**5,650**
31,5	0.148	**20,07**	0.157	**20,07**	0.0572	**7,080**
40	0.131	**25,44**	0.109	**25,44**	0.0663	**9,040**
50	0.154	**31,65**	0.115	**31,65**	0.0701	**11,31**
63	0.142	**40,13**	0.107	**40,13**	0.0691	**14,14**
80	0.126	**50,87**	0.100	**50,87**	0.0398	**17,81**

Fuente: CODESA, 2016.





Imágenes 2.7.4 y 2.7.5. Monitoreo de vibración en la Cantera del Puerto (Área 23) – Punto 1 – excavadora hidráulica (995304 N/ 533994 E)

Cantera del Puerto (Área 23) – Punto 2

En la tabla 2.7.5, podemos observar que los valores del monitoreo de vibraciones realizado en el asiento del operador de la excavadora hidráulica, Federico Mendoza, en el área de la Cantera del Puerto (Área 23) – Punto 2, no sobrepasan los niveles normados establecidos en el Reglamento Técnico Nº DGNTI-COPANIT-45-2000 (ver imágenes 2.7.6 y 2.7.7).

Tabla 2.7.5. Resultado de Monitoreo de Vibraciones la Cantera del Puerto (Área 23) – Punto 2

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X (m/s^2) Periodo Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	0.155	**1,270**	0.163	**1,270**	0.0617	**3,560**
1,25	0.186	**1,270**	0.196	**1,270**	0.0832	**3,180**
1,6	0.271	**1,270**	0.210	**1,270**	0.128	**2,820**
2	0.401	**1,270**	0.301	**1,270**	0.185	**2,510**
2,5	0.469	**1,580**	0.398	**1,580**	0.235	**2,220**

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s^2) Periodo Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000
3,15	0.513	**2,010**	0.433	**2,010**	0.258	**1,980**
4	0.506	**2,540**	0.415	**2,540**	0.294	**1,780**
5	0.510	**3,170**	0.371	**3,170**	0.319	**1,780**
6,3	0.471	**4,010**	0.412	**4,010**	0.335	**1,780**
8	0.540	**5,090**	0.465	**5,090**	0.294	**1,780**
10	0.807	**6,330**	0.598	**6,330**	0.309	**2,260**
12,5	0.805	**7,910**	0.613	**7,910**	0.327	**2,830**
16	0.464	**10,17**	0.512	**10,17**	0.303	**3,560**
20	0.418	**12,66**	0.932	**12,66**	0.349	**4,520**
25	0.756	**15,83**	1.16	**15,83**	0.260	**5,650**
31,5	0.654	**20,07**	0.681	**20,07**	0.206	**7,080**
40	0.431	**25,44**	0.625	**25,44**	0.167	**9,040**
50	0.319	**31,65**	0.382	**31,65**	0.113	**11,31**
63	0.305	**40,13**	0.316	**40,13**	0.0940	**14,14**
80	0.328	**50,87**	0.259	**50,87**	0.0888	**17,81**

Fuente: CODESA, 2016.





Imágenes 2.7.6 y 2.7.7. Monitoreo de vibración en Cantera del Puerto (Área 23) – Punto 2 – excavadora hidráulica (995406 N/ 534048 E)

Pre-Stripping (Botija) – Punto 2

En la tabla 2.7.6. se observa que los valores obtenidos en la medición realizada en el área de Pre-Stripping (Botija) – Punto 2, al trabajador Pedro Ortíz - asiento del operador del tractor de cadenas (ver imágenes 2.7.8 y 2.7.9), se encuentran por debajo de los valores normados en el Reglamento Técnico de referencia.

Tabla 2.7.6. Monitoreo de Vibraciones en Pre-Stripping (Botija) – Punto 2

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	0.142	**1,270**	0.140	**1,270**	0.0677	**3,560**
1,25	0.154	**1,270**	0.144	**1,270**	0.0689	**3,180**
1,6	0.181	**1,270**	0.159	**1,270**	0.0675	**2,820**
2	0.220	**1,270**	0.194	**1,270**	0.0891	**2,510**
2,5	0.312	**1,580**	0.240	**1,580**	0.104	**2,220**

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
3,15	0.358	**2,010**	0.264	**2,010**	0.137	**1,980**
4	0.267	**2,540**	0.327	**2,540**	0.143	**1,780**
5	0.211	**3,170**	0.306	**3,170**	0.175	**1,780**
6,3	0.276	**4,010**	0.401	**4,010**	0.166	**1,780**
8	0.359	**5,090**	0.497	**5,090**	0.179	**1,780**
10	0.301	**6,330**	0.433	**6,330**	0.168	**2,260**
12,5	0.418	**7,910**	0.322	**7,910**	0.149	**2,830**
16	0.503	**10,17**	0.277	**10,17**	0.196	**3,560**
20	0.413	**12,66**	0.361	**12,66**	0.146	**4,520**
25	0.373	**15,83**	0.366	**15,83**	0.151	**5,650**
31,5	0.425	**20,07**	0.317	**20,07**	0.122	**7,080**
40	0.349	**25,44**	0.250	**25,44**	0.0901	**9,040**
50	0.422	**31,65**	0.215	**31,65**	0.0747	**11,31**
63	0.171	**40,13**	0.123	**40,13**	0.0723	**14,14**
80	0.155	**50,87**	0.102	**50,87**	0.0815	**17,81**

Fuente: CODESA, 2016.




Imágenes 2.7.8 y 2.7.9. Monitoreo de vibración realizado en el Pre-Stripping (Botija) – Punto 2 – tractor de cadenas (977962 N/ 537662 E)

Pre-Stripping (Botija) – Punto 3

En la tabla 2.7.7 se observa que los valores obtenidos en la medición realizada en el área de Pre-Stripping (Botija) – Punto 3, al colaborador Wilmer Cabrera - operador de la perforadora de rocas (ver imágenes 2.7.10 y 2.7.11), se encuentran por debajo de los valores normados en el Reglamento Técnico de referencia.

Tabla 2.7.7. Resultado de Monitoreo de Vibraciones en Pre-Stripping (Botija) – Punto 3

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	0.0323	**1,270**	0.0957	**1,270**	0.0466	**3,560**
1,25	0.0262	**1,270**	0.0105	**1,270**	0.0671	**3,180**
1,6	0.0433	**1,270**	0.0101	**1,270**	0.102	**2,820**
2	0.0645	**1,270**	0.0955	**1,270**	0.0571	**2,510**
2,5	0.0589	**1,580**	0.0925	**1,580**	0.0557	**2,220**

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X (m/s²) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Y (m/s²) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Z (m/s²) Periodo de Monitoreo 15 minutos**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
3,15	0.0610	**2,010**	0.0103	**2,010**	0.0482	**1,980**
4	0.0609	**2,540**	0.0106	**2,540**	0.0551	**1,780**
5	0.0515	**3,170**	0.0967	**3,170**	0.0608	**1,780**
6,3	0.0622	**4,010**	0.0201	**4,010**	0.0558	**1,780**
8	0.0712	**5,090**	0.0139	**5,090**	0.0482	**1,780**
10	0.0472	**6,330**	0.0108	**6,330**	0.0464	**2,260**
12,5	0.0859	**7,910**	0.0157	**7,910**	0.0483	**2,830**
16	0.114	**10,17**	0.0442	**10,17**	0.0441	**3,560**
20	0.135	**12,66**	0.0574	**12,66**	0.0411	**4,520**
25	0.131	**15,83**	0.0368	**15,83**	0.0359	**5,650**
31,5	0.0795	**20,07**	0.0251	**20,07**	0.0332	**7,080**
40	0.0886	**25,44**	0.0588	**25,44**	0.0813	**9,040**
50	0.0517	**31,65**	0.0185	**31,65**	0.0346	**11,31**
63	0.0545	**40,13**	0.0123	**40,13**	0.0371	**14,14**
80	0.0586	**50,87**	0.0181	**50,87**	0.0368	**17,81**

Fuente: CODESA, 2016.





Imágenes 2.7.10 y 2.7.11. Monitoreo de vibración en Pre-Stripping (Botija) – Punto 3 – perforadora de rocas (977749 N/ 537250 E)

Pre-Stripping (Botija) – Punto 4

En la tabla 2.7.8 se observa que los valores obtenidos en la medición realizada en el área de Pre-Stripping (Botija) – Punto 4, al trabajador Virgilio Serrano - operador de la perforadora de rocas (ver imágenes 2.7.12 y 2.7.13), se encuentran por debajo de los valores normados en el Reglamento Técnico de referencia.

Tabla 2.7.8. Resultado del Monitoreo de Vibraciones en Pre-Stripping (Botija) – Punto 4

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0.0821	**1,270**	0.0105	**1,270**	0.115	**3,560**
1,25	0.0533	**1,270**	0.0101	**1,270**	0.169	**3,180**
1,6	0.0611	**1,270**	0.0913	**1,270**	0.186	**2,820**
2	0.0536	**1,270**	0.0115	**1,270**	0.168	**2,510**
2,5	0.0477	**1,580**	0.0124	**1,580**	0.163	**2,220**

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s²) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
3,15	0.0454	**2,010**	0.0253	**2,010**	0.0164	**1,980**
4	0.0494	**2,540**	0.0213	**2,540**	0.0195	**1,780**
5	0.0530	**3,170**	0.0183	**3,170**	0.295	**1,780**
6,3	0.0579	**4,010**	0.0331	**4,010**	0.359	**1,780**
8	0.0636	**5,090**	0.0215	**5,090**	0.352	**1,780**
10	0.0687	**6,330**	0.0154	**6,330**	0.284	**2,260**
12,5	0.0816	**7,910**	0.0160	**7,910**	0.203	**2,830**
16	0.0854	**10,17**	0.0345	**10,17**	0.175	**3,560**
20	0.0757	**12,66**	0.0552	**12,66**	0.241	**4,520**
25	0.0738	**15,83**	0.0436	**15,83**	0.177	**5,650**
31,5	0.0539	**20,07**	0.0295	**20,07**	0.141	**7,080**
40	0.102	**25,44**	0.0268	**25,44**	0.106	**9,040**
50	0.0331	**31,65**	0.0160	**31,65**	0.101	**11,31**
63	0.0340	**40,13**	0.0181	**40,13**	0.124	**14,14**
80	0.0689	**50,87**	0.0188	**50,87**	0.138	**17,81**

Fuente: CODESA, 2016.





Imágenes 2.7.12 y 2.7.13. Monitoreo de vibración en Pre-Stripping (Botija) – Punto 4 -perforadora de rocas- (977749 N/ 537250 E)

Sitio Planta – Frente 61

El monitoreo realizado a Jhony Sánchez (asiento del operador de la motoniveladora) en el Sitio Planta – Frente 61 (ver imágenes 2.7.14 y 2.7.15), registró valores por debajo de los límites establecidos en el Reglamento Técnico utilizado como referencia (ver tabla 2.7.9).

Tabla 2.7.9. Resultado de Monitoreo de Vibraciones en el Sitio Planta – Frente 61

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	0.129	**1,270**	0.0803	**1,270**	0.0325	**3,560**
1,25	0.216	**1,270**	0.106	**1,270**	0.0432	**3,180**
1,6	0.186	**1,270**	0.108	**1,270**	0.0559	**2,820**
2	0.135	**1,270**	0.108	**1,270**	0.118	**2,510**
2,5	0.186	**1,580**	0.164	**1,580**	0.482	**2,220**
3,15	0.204	**2,010**	0.108	**2,010**	0.205	**1,980**

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X (m/s²) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Y (m/s²) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Z (m/s²) Periodo de Monitoreo 15 minutos**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
4	0.158	**2,540**	0.0611	**2,540**	0.0652	**1,780**
5	0.0940	**3,170**	0.0442	**3,170**	0.0583	**1,780**
6,3	0.0751	**4,010**	0.0354	**4,010**	0.0413	**1,780**
8	0.0708	**5,090**	0.0367	**5,090**	0.0485	**1,780**
10	0.0991	**6,330**	0.0422	**6,330**	0.0645	**2,260**
12,5	0.161	**7,910**	0.0509	**7,910**	0.0486	**2,830**
16	0.151	**10,17**	0.0589	**10,17**	0.0488	**3,560**
20	0.0929	**12,66**	0.0485	**12,66**	0.0523	**4,520**
25	0.175	**15,83**	0.0761	**15,83**	0.0524	**5,650**
31,5	0.316	**20,07**	0.124	**20,07**	0.0569	**7,080**
40	0.531	**25,44**	0.476	**25,44**	0.0812	**9,040**
50	0.324	**31,65**	0.128	**31,65**	0.0731	**11,31**
63	0.173	**40,13**	0.0994	**40,13**	0.0581	**14,14**
80	0.144	**50,87**	0.197	**50,87**	0.124	**17,81**

Fuente: CODESA, 2016.





Imágenes 2.7.14 y 2.7.15. Monitoreo de vibración entre el Sitio Planta – Frente 61 - motoniveladora (978824 N/ 539755 E)

Sitio Planta - Flotation

El monitoreo realizado a Máximo Jované (asiento del operador de la excavadora hidráulica) en el Sitio Planta – Flotation (ver imágenes 2.7.16 y 2.7.17), registró valores por debajo de los límites establecidos en el Reglamento Técnico utilizado como referencia (ver tabla 2.7.10).

Tabla 2.7.10. Resultado de Monitoreo de Vibraciones en el Sitio Planta – Flotation

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	0.0818	**1,270**	0.0948	**1,270**	0.105	**3,560**
1,25	0.0934	**1,270**	0.121	**1,270**	0.116	**3,180**
1,6	0.0754	**1,270**	0.151	**1,270**	0.212	**2,820**
2	0.0746	**1,270**	0.129	**1,270**	0.144	**2,510**
2,5	0.0762	**1,580**	0.115	**1,580**	0.140	**2,220**
3,15	0.0820	**2,010**	0.121	**2,010**	0.185	**1,980**

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
4	0.0947	**2,540**	0.123	**2,540**	0.117	**1,780**
5	0.109	**3,170**	0.103	**3,170**	0.0831	**1,780**
6,3	0.0799	**4,010**	0.0774	**4,010**	0.113	**1,780**
8	0.0659	**5,090**	0.115	**5,090**	0.0915	**1,780**
10	0.0632	**6,330**	0.0746	**6,330**	0.0822	**2,260**
12,5	0.0684	**7,910**	0.0638	**7,910**	0.0861	**2,830**
16	0.0911	**10,17**	0.0910	**10,17**	0.0786	**3,560**
20	0.0844	**12,66**	0.0581	**12,66**	0.0718	**4,520**
25	0.0735	**15,83**	0.0680	**15,83**	0.0542	**5,650**
31,5	0.0550	**20,07**	0.134	**20,07**	0.0504	**7,080**
40	0.0452	**25,44**	0.0758	**25,44**	0.0379	**9,040**
50	0.0376	**31,65**	0.118	**31,65**	0.0702	**11,31**
63	0.0416	**40,13**	0.100	**40,13**	0.0671	**14,14**
80	0.0457	**50,87**	0.0877	**50,87**	0.0857	**17,81**

Fuente: CODESA, 2016.



Imágenes 2.7.16 y 2.7.17. Monitoreo de vibración en el Sitio Planta (Flotation) - excavadora hidráulica - (978435 N/ 539760 E)

Pre-Stripping (Botija) – Punto 5

Los niveles de vibraciones monitoreados al operador de la excavadora hidráulica, Julio Villarreal, en el Pre-Stripping (Botija) – Punto 5 (ver imágenes 2.7.18 y 2.7.19) se encuentran por debajo del valor máximo establecido en Reglamento Técnico Nº DGNTI-COPANIT-45-2000 (ver tabla 2.7.11).

Tabla 2.7.11. Resultado de Monitoreo de Vibraciones en el Pre-Stripping (Botija) – Punto 5

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	0.109	**1,270**	0.0210	**1,270**	0.0140	**3,560**
1,25	0.123	**1,270**	0.0268	**1,270**	0.0176	**3,180**
1,6	0.133	**1,270**	0.0358	**1,270**	0.0234	**2,820**
2	0.115	**1,270**	0.0456	**1,270**	0.0293	**2,510**
2,5	0.132	**1,580**	0.0584	**1,580**	0.0377	**2,220**

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
3,15	0.107	**2,010**	0.0756	**2,010**	0.0444	**1,980**
4	0.0933	**2,540**	0.0760	**2,540**	0.0487	**1,780**
5	0.107	**3,170**	0.0624	**3,170**	0.0491	**1,780**
6,3	0.104	**4,010**	0.0537	**4,010**	0.0286	**1,780**
8	0.113	**5,090**	0.0500	**5,090**	0.0310	**1,780**
10	0.113	**6,330**	0.0539	**6,330**	0.0421	**2,260**
12,5	0.0940	**7,910**	0.0370	**7,910**	0.0598	**2,830**
16	0.0600	**10,17**	0.0504	**10,17**	0.0648	**3,560**
20	0.0537	**12,66**	0.0555	**12,66**	0.0423	**4,520**
25	0.0666	**15,83**	0.0488	**15,83**	0.0341	**5,650**
31,5	0.0563	**20,07**	0.0744	**20,07**	0.0275	**7,080**
40	0.0698	**25,44**	0.0439	**25,44**	0.0132	**9,040**
50	0.0447	**31,65**	0.0296	**31,65**	0.0979	**11,31**
63	0.0360	**40,13**	0.0236	**40,13**	0.0108	**14,14**
80	0.0232	**50,87**	0.0226	**50,87**	0.0108	**17,81**

Fuente: CODESA, 2016.





Imágenes 2.7.18 y 2.7.19. Monitoreo de vibración Pre-Stripping (Botija) – Punto 5 – excavadora hidráulica (976735 N/ 537470 E)

Presa Norte - TMF

En la tabla 2.7.12 se observa que los valores obtenidos en la medición realizada en el área de la Presa Norte – TMF, al trabajador Mario Caballero - operador del tractor de cadenas (ver imágenes 2.7.20 y 2.7.21), se encuentran por debajo de los valores normados en el Reglamento Técnico de referencia.

Tabla 2.7.12. Resultado de Monitoreo de Vibraciones en la Presa Norte – TMF

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	0.156	**1,270**	0.273	**1,270**	0.0250	**3,560**
1,25	0.155	**1,270**	0.370	**1,270**	0.0469	**3,180**
1,6	0.220	**1,270**	0.438	**1,270**	0.0690	**2,820**
2	0.242	**1,270**	0.570	**1,270**	0.110	**2,510**
2,5	0.319	**1,580**	0.611	**1,580**	0.197	**2,220**

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**		**Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 15 minutos**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
3,15	0.406	**2,010**	0.606	**2,010**	0.297	**1,980**
4	0.333	**2,540**	0.730	**2,540**	0.339	**1,780**
5	0.200	**3,170**	1.08	**3,170**	0.504	**1,780**
6,3	0.182	**4,010**	1.35	**4,010**	0.375	**1,780**
8	0.256	**5,090**	1.09	**5,090**	0.248	**1,780**
10	0.220	**6,330**	0.716	**6,330**	0.216	**2,260**
12,5	0.145	**7,910**	0.538	**7,910**	0.279	**2,830**
16	0.237	**10,17**	0.579	**10,17**	0.336	**3,560**
20	0.278	**12,66**	0.743	**12,66**	0.225	**4,520**
25	0.244	**15,83**	0.780	**15,83**	0.117	**5,650**
31,5	0.248	**20,07**	0.749	**20,07**	0.0747	**7,080**
40	0.218	**25,44**	0.546	**25,44**	0.0568	**9,040**
50	0.154	**31,65**	0.314	**31,65**	0.0354	**11,31**
63	0.0735	**40,13**	0.242	**40,13**	0.0322	**14,14**
80	0.0487	**50,87**	0.186	**50,87**	0.0222	**17,81**

Fuente: CODESA, 2016.



Imágenes 2.7.20 y 2.7.21. Monitoreo de vibración en la Presa Norte – TMF - tractor de cadena (983051 N/ 537033 E)

2.7.7 Conclusión

Los valores medidos en las direcciones espaciales X, Y y Z a los trabajadores expuestos a vibraciones, de las diferentes áreas del Proyecto "Mina de Cobre Panamá" cumplen con el límite máximo establecido en el Reglamento Técnico DGNTI[5]-COPANIT[6] 45; por lo tanto, se concluye que las actividades que realizan los trabajadores no afectan su salud.

2.7.8. Recomendaciones

- Continuar con las charlas al personal sobre el uso correcto del equipo de protección personal y la implementación de medidas de higiene.
- Mantener la información a los trabajadores al momento de iniciar la relación obrero patronal, sobre las posibles alteraciones de la salud, debido a la exposición de vibraciones en el área de trabajo.
- Continuar el monitoreo de los niveles de vibraciones de las maquinarias que se encuentran en el Proyecto.

---

[5] DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial
[6] COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas

2.7.9. Bibliografía

ISO (Organización Internacional de Normalización). 1997. Norma ISO 2631-1:1997 Vibraciones y choques mecánicos. Guía para la estimación de la exposición de los individuos a vibraciones globales del cuerpo. Parte 1: Requerimientos generales.

MICI (Ministerio de Comercio e Industrias). 2000. Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45. Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se generen Vibraciones. República de Panamá. Gaceta Oficial 24163, miércoles 18 de octubre de 2000. pp. 8-18. Disponible en: http://www.cnpml.org.pa/cnpml/leyes_normas/copanit_45_2000_vibraciones.pdf .

OIT (Organización Internacional del Trabajo). 2001. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la OIT. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. Tercera Edición, pp. 50.1-50.17. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/50.pdf

Pichardo, G. & Jiménez, M. 2007. Vibraciones y Salud en el trabajo. Revisión Bibliográfica. México. 16 p. Disponible en: http://exposicionesvirtuales.com/so_images/7597/vibraciones.pdf

Anexos

Anexo 2.7.1

Data generada por el equipo durante las mediciones

Pre-Stripping (Botija) – Punto 1

Global results

Data	X Value	Y Value	Z Value	Unit
Spectrum				
0.8Hz	0.157	9.45E-2	0.164	m/s²
1Hz	0.180	0.119	0.168	m/s²
1.25Hz	0.220	0.162	0.185	m/s²
1.6Hz	0.324	0.262	0.214	m/s²
2Hz	0.367	0.366	0.277	m/s²
2.5Hz	0.383	0.437	0.336	m/s²
3.15Hz	0.439	0.466	0.417	m/s²
4Hz	0.402	0.577	0.473	m/s²
5Hz	0.353	0.529	0.485	m/s²
6.3Hz	0.351	0.419	0.518	m/s²
8Hz	0.396	0.491	0.565	m/s²
10Hz	0.545	0.696	0.716	m/s²
12.5Hz	0.691	0.468	0.526	m/s²
16Hz	0.477	0.253	0.313	m/s²
20Hz	0.515	0.533	0.695	m/s²
25Hz	0.592	0.849	1.05	m/s²
31.5Hz	0.470	0.670	0.695	m/s²
40Hz	0.474	0.471	0.492	m/s²
50Hz	0.353	0.254	0.284	m/s²
63Hz	0.325	0.146	0.186	m/s²
80Hz	0.300	0.126	0.160	m/s²
100Hz	0.182	9.10E-2	0.117	m/s²
125Hz	0.101	7.66E-2	0.106	m/s²
160Hz	7.85E-2	5.67E-2	8.31E-2	m/s²
200Hz	6.54E-2	3.40E-2	6.15E-2	m/s²
250Hz	4.97E-2	2.71E-2	4.93E-2	m/s²
315Hz	2.90E-2		3.79E-2	m/s²

Cantera del Puerto (Área 23) – Punto 1

Global results

Data	X Value	Y Value	Z Value	Unit
Spectrum				
0.8Hz	9.09E-2	7.88E-2	3.02E-2	m/s²
1Hz	0.127	9.19E-2	4.09E-2	m/s²
1.25Hz	0.138	0.101	4.67E-2	m/s²
1.6Hz	0.137	0.116	6.31E-2	m/s²
2Hz	0.169	0.124	9.14E-2	m/s²
2.5Hz	0.171	0.145	0.146	m/s²
3.15Hz	0.149	0.163	0.158	m/s²
4Hz	0.116	0.158	0.114	m/s²
5Hz	0.111	0.188	0.102	m/s²
6.3Hz	0.153	0.150	0.134	m/s²
8Hz	0.194	8.25E-2	0.141	m/s²
10Hz	0.162	0.160	0.146	m/s²
12.5Hz	0.115	0.187	0.127	m/s²
16Hz	9.67E-2	0.236	0.125	m/s²
20Hz	7.85E-2	0.287	0.109	m/s²
25Hz	0.106	0.197	5.82E-2	m/s²
31.5Hz	0.148	0.157	5.72E-2	m/s²
40Hz	0.131	0.109	6.63E-2	m/s²
50Hz	0.154	0.115	7.01E-2	m/s²
63Hz	0.142	0.107	6.91E-2	m/s²
80Hz	0.126	0.100	3.98E-2	m/s²
100Hz	0.142	0.124	5.25E-2	m/s²
125Hz	0.134	0.105	3.39E-2	m/s²
160Hz	0.119	5.30E-2	2.87E-2	m/s²
200Hz	9.21E-2	4.94E-2	2.25E-2	m/s²
250Hz	6.26E-2	4.96E-2	2.00E-2	m/s²
315Hz	3.89E-2			m/s²

Cantera del Puerto (Área 23) – Punto 2

X

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.134	m/s²
1Hz	0.155	m/s²
1.25Hz	0.186	m/s²
1.6Hz	0.271	m/s²
2Hz	0.401	m/s²
2.5Hz	0.469	m/s²
3.15Hz	0.513	m/s²
4Hz	0.506	m/s²
5Hz	0.510	m/s²
6.3Hz	0.471	m/s²
8Hz	0.540	m/s²
10Hz	0.807	m/s²
12.5Hz	0.805	m/s²
16Hz	0.464	m/s²
20Hz	0.418	m/s²
25Hz	0.756	m/s²
31.5Hz	0.654	m/s²
40Hz	0.431	m/s²
50Hz	0.319	m/s²
63Hz	0.305	m/s²
80Hz	0.328	m/s²
100Hz	0.174	m/s²
125Hz	9.36E-2	m/s²
160Hz	5.81E-2	m/s²
200Hz	5.70E-2	m/s²
250Hz	4.41E-2	m/s²
315Hz	2.74E-2	m/s²

Y

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.164	m/s²
1Hz	0.163	m/s²
1.25Hz	0.196	m/s²
1.6Hz	0.210	m/s²
2Hz	0.301	m/s²
2.5Hz	0.398	m/s²
3.15Hz	0.433	m/s²
4Hz	0.415	m/s²
5Hz	0.371	m/s²
6.3Hz	0.412	m/s²
8Hz	0.465	m/s²
10Hz	0.598	m/s²
12.5Hz	0.613	m/s²
16Hz	0.512	m/s²
20Hz	0.932	m/s²
25Hz	1.16	m/s²
31.5Hz	0.681	m/s²
40Hz	0.625	m/s²
50Hz	0.382	m/s²
63Hz	0.316	m/s²
80Hz	0.259	m/s²
100Hz	0.149	m/s²
125Hz	0.106	m/s²
160Hz	9.08E-2	m/s²
200Hz	5.19E-2	m/s²
250Hz	4.09E-2	m/s²
315Hz	2.78E-2	m/s²

Z

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	4.69E-2	m/s²
1Hz	6.17E-2	m/s²
1.25Hz	8.32E-2	m/s²
1.6Hz	0.128	m/s²
2Hz	0.185	m/s²
2.5Hz	0.235	m/s²
3.15Hz	0.258	m/s²
4Hz	0.294	m/s²
5Hz	0.319	m/s²
6.3Hz	0.335	m/s²
8Hz	0.294	m/s²
10Hz	0.309	m/s²
12.5Hz	0.327	m/s²
16Hz	0.303	m/s²
20Hz	0.349	m/s²
25Hz	0.260	m/s²
31.5Hz	0.206	m/s²
40Hz	0.167	m/s²
50Hz	0.113	m/s²
63Hz	9.40E-2	m/s²
80Hz	8.88E-2	m/s²
100Hz	5.73E-2	m/s²
125Hz	3.63E-2	m/s²
160Hz	2.50E-2	m/s²
200Hz	2.28E-2	m/s²
250Hz	2.03E-2	m/s²
315Hz	1.81E-2	m/s²

Pre-Stripping (Botija) – Punto 2

X

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.154	m/s²
1Hz	0.142	m/s²
1.25Hz	0.154	m/s²
1.6Hz	0.181	m/s²
2Hz	0.220	m/s²
2.5Hz	0.312	m/s²
3.15Hz	0.358	m/s²
4Hz	0.267	m/s²
5Hz	0.211	m/s²
6.3Hz	0.276	m/s²
8Hz	0.359	m/s²
10Hz	0.301	m/s²
12.5Hz	0.418	m/s²
16Hz	0.503	m/s²
20Hz	0.413	m/s²
25Hz	0.373	m/s²
31.5Hz	0.425	m/s²
40Hz	0.349	m/s²
50Hz	0.422	m/s²
63Hz	0.171	m/s²
80Hz	0.155	m/s²
100Hz	0.114	m/s²
125Hz	9.23E-2	m/s²
160Hz	6.11E-2	m/s²
200Hz	6.05E-2	m/s²
250Hz	4.07E-2	m/s²
315Hz	2.37E-2	m/s²

Y

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.136	m/s²
1Hz	0.140	m/s²
1.25Hz	0.144	m/s²
1.6Hz	0.159	m/s²
2Hz	0.194	m/s²
2.5Hz	0.240	m/s²
3.15Hz	0.264	m/s²
4Hz	0.327	m/s²
5Hz	0.306	m/s²
6.3Hz	0.401	m/s²
8Hz	0.497	m/s²
10Hz	0.433	m/s²
12.5Hz	0.322	m/s²
16Hz	0.277	m/s²
20Hz	0.361	m/s²
25Hz	0.366	m/s²
31.5Hz	0.317	m/s²
40Hz	0.250	m/s²
50Hz	0.215	m/s²
63Hz	0.123	m/s²
80Hz	0.102	m/s²
100Hz	5.74E-2	m/s²
125Hz	4.93E-2	m/s²
160Hz	5.10E-2	m/s²
200Hz	6.07E-2	m/s²
250Hz	5.70E-2	m/s²
315Hz	2.55E-2	m/s²
400Hz	2.04E-2	m/s²

Z

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	5.68E-2	m/s²
1Hz	6.77E-2	m/s²
1.25Hz	6.89E-2	m/s²
1.6Hz	6.75E-2	m/s²
2Hz	8.91E-2	m/s²
2.5Hz	0.104	m/s²
3.15Hz	0.137	m/s²
4Hz	0.143	m/s²
5Hz	0.175	m/s²
6.3Hz	0.166	m/s²
8Hz	0.179	m/s²
10Hz	0.168	m/s²
12.5Hz	0.149	m/s²
16Hz	0.196	m/s²
20Hz	0.146	m/s²
25Hz	0.151	m/s²
31.5Hz	0.122	m/s²
40Hz	9.01E-2	m/s²
50Hz	7.47E-2	m/s²
63Hz	7.23E-2	m/s²
80Hz	8.15E-2	m/s²
100Hz	5.75E-2	m/s²
125Hz	2.54E-2	m/s²
160Hz	2.07E-2	m/s²
200Hz	2.12E-2	m/s²
250Hz	2.40E-2	m/s²
315Hz	1.67E-2	m/s²
400Hz	1.47E-2	m/s²

Pre-Stripping (Botija) – Punto 3

X

Global results

Data	Value	Unit
z	0	
Spectrum		
0.8Hz	3.52E-2	m/s²
1Hz	3.23E-2	m/s²
1.25Hz	2.62E-2	m/s²
1.6Hz	4.33E-2	m/s²
2Hz	6.45E-2	m/s²
2.5Hz	5.89E-2	m/s²
3.15Hz	6.10E-2	m/s²
4Hz	6.09E-2	m/s²
5Hz	5.15E-2	m/s²
6.3Hz	6.22E-2	m/s²
8Hz	7.12E-2	m/s²
10Hz	4.72E-2	m/s²
12.5Hz	8.59E-2	m/s²
16Hz	0.114	m/s²
20Hz	0.135	m/s²
25Hz	0.131	m/s²
31.5Hz	7.95E-2	m/s²
40Hz	8.86E-2	m/s²
50Hz	5.17E-2	m/s²
63Hz	5.45E-2	m/s²
80Hz	5.86E-2	m/s²
100Hz	3.51E-2	m/s²
125Hz	3.36E-2	m/s²
160Hz	3.84E-2	m/s²
200Hz	2.43E-2	m/s²

Y

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.04E-2	m/s²
1Hz	9.57E-3	m/s²
1.25Hz	1.05E-2	m/s²
1.6Hz	1.01E-2	m/s²
2Hz	9.55E-3	m/s²
2.5Hz	9.25E-3	m/s²
3.15Hz	1.03E-2	m/s²
4Hz	1.06E-2	m/s²
5Hz	9.67E-3	m/s²
6.3Hz	2.01E-2	m/s²
8Hz	1.39E-2	m/s²
10Hz	1.08E-2	m/s²
12.5Hz	1.57E-2	m/s²
16Hz	4.42E-2	m/s²
20Hz	5.74E-2	m/s²
25Hz	3.68E-2	m/s²
31.5Hz	2.51E-2	m/s²
40Hz	5.88E-2	m/s²
50Hz	1.85E-2	m/s²
63Hz	1.23E-2	m/s²
80Hz	1.81E-2	m/s²
100Hz	1.38E-2	m/s²
125Hz	1.53E-2	m/s²
160Hz	2.30E-2	m/s²
200Hz	1.66E-2	m/s²
250Hz	2.33E-2	m/s²
315Hz	1.75E-2	m/s²

Z

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	4.59E-2	m/s²
1Hz	4.66E-2	m/s²
1.25Hz	6.71E-2	m/s²
1.6Hz	0.102	m/s²
2Hz	5.71E-2	m/s²
2.5Hz	5.57E-2	m/s²
3.15Hz	4.82E-2	m/s²
4Hz	5.51E-2	m/s²
5Hz	6.08E-2	m/s²
6.3Hz	5.58E-2	m/s²
8Hz	4.82E-2	m/s²
10Hz	4.64E-2	m/s²
12.5Hz	4.83E-2	m/s²
16Hz	4.41E-2	m/s²
20Hz	4.11E-2	m/s²
25Hz	3.59E-2	m/s²
31.5Hz	3.32E-2	m/s²
40Hz	8.13E-2	m/s²
50Hz	3.46E-2	m/s²
63Hz	3.71E-2	m/s²
80Hz	3.68E-2	m/s²
100Hz	2.18E-2	m/s²
125Hz	1.71E-2	m/s²
160Hz	1.30E-2	m/s²
200Hz	1.72E-2	m/s²
250Hz	1.88E-2	m/s²
315Hz	1.53E-2	m/s²
400Hz	1.60E-2	m/s²

Pre-Stripping (Botija) – Punto 4

X

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	9.05E-2	m/s²
1Hz	8.21E-2	m/s²
1.25Hz	5.33E-2	m/s²
1.6Hz	6.11E-2	m/s²
2Hz	5.36E-2	m/s²
2.5Hz	4.77E-2	m/s²
3.15Hz	4.54E-2	m/s²
4Hz	4.94E-2	m/s²
5Hz	5.30E-2	m/s²
6.3Hz	5.79E-2	m/s²
8Hz	6.36E-2	m/s²
10Hz	6.87E-2	m/s²
12.5Hz	8.16E-2	m/s²
16Hz	8.54E-2	m/s²
20Hz	7.57E-2	m/s²
25Hz	7.38E-2	m/s²
31.5Hz	5.39E-2	m/s²
40Hz	0.102	m/s²
50Hz	3.31E-2	m/s²
63Hz	3.40E-2	m/s²
80Hz	6.89E-2	m/s²
100Hz	1.97E-2	m/s²
125Hz	2.18E-2	m/s²
160Hz	1.96E-2	m/s²
200Hz	1.64E-2	m/s²
250Hz	2.77E-2	m/s²
315Hz	1.66E-2	m/s²

Y

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	9.47E-3	m/s²
1Hz	1.05E-2	m/s²
1.25Hz	1.01E-2	m/s²
1.6Hz	9.13E-3	m/s²
2Hz	1.15E-2	m/s²
2.5Hz	1.24E-2	m/s²
3.15Hz	2.53E-2	m/s²
4Hz	2.13E-2	m/s²
5Hz	1.83E-2	m/s²
6.3Hz	3.31E-2	m/s²
8Hz	2.15E-2	m/s²
10Hz	1.54E-2	m/s²
12.5Hz	1.60E-2	m/s²
16Hz	3.45E-2	m/s²
20Hz	5.52E-2	m/s²
25Hz	4.36E-2	m/s²
31.5Hz	2.95E-2	m/s²
40Hz	2.68E-2	m/s²
50Hz	1.60E-2	m/s²
63Hz	1.81E-2	m/s²
80Hz	1.88E-2	m/s²
100Hz	1.38E-2	m/s²
125Hz	1.63E-2	m/s²
160Hz	1.42E-2	m/s²
200Hz	1.49E-2	m/s²
250Hz	2.44E-2	m/s²
315Hz	1.47E-2	m/s²
400Hz	1.54E-2	m/s²

Z

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.146	m/s²
1Hz	0.115	m/s²
1.25Hz	0.169	m/s²
1.6Hz	0.186	m/s²
2Hz	0.168	m/s²
2.5Hz	0.163	m/s²
3.15Hz	0.164	m/s²
4Hz	0.195	m/s²
5Hz	0.295	m/s²
6.3Hz	0.359	m/s²
8Hz	0.352	m/s²
10Hz	0.284	m/s²
12.5Hz	0.203	m/s²
16Hz	0.175	m/s²
20Hz	0.241	m/s²
25Hz	0.177	m/s²
31.5Hz	0.141	m/s²
40Hz	0.106	m/s²
50Hz	0.101	m/s²
63Hz	0.124	m/s²
80Hz	0.138	m/s²
100Hz	0.112	m/s²
125Hz	0.102	m/s²
160Hz	0.108	m/s²
200Hz	0.120	m/s²
250Hz	0.115	m/s²
315Hz	0.109	m/s²

Sitio Planta – Frente 61

X

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	7.91E-2	m/s^2
1Hz	0.129	m/s^2
1.25Hz	0.216	m/s^2
1.6Hz	0.186	m/s^2
2Hz	0.135	m/s^2
2.5Hz	0.186	m/s^2
3.15Hz	0.204	m/s^2
4Hz	0.158	m/s^2
5Hz	9.40E-2	m/s^2
6.3Hz	7.51E-2	m/s^2
8Hz	7.08E-2	m/s^2
10Hz	9.91E-2	m/s^2
12.5Hz	0.161	m/s^2
16Hz	0.151	m/s^2
20Hz	9.29E-2	m/s^2
25Hz	0.175	m/s^2
31.5Hz	0.316	m/s^2
40Hz	0.531	m/s^2
50Hz	0.324	m/s^2
63Hz	0.173	m/s^2
80Hz	0.144	m/s^2
100Hz	0.129	m/s^2
125Hz	8.48E-2	m/s^2
160Hz	4.38E-2	m/s^2
200Hz	3.11E-2	m/s^2
250Hz	1.80E-2	m/s^2

Y

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	7.00E-2	m/s^2
1Hz	8.03E-2	m/s^2
1.25Hz	0.106	m/s^2
1.6Hz	0.108	m/s^2
2Hz	0.108	m/s^2
2.5Hz	0.164	m/s^2
3.15Hz	0.108	m/s^2
4Hz	6.11E-2	m/s^2
5Hz	4.42E-2	m/s^2
6.3Hz	3.54E-2	m/s^2
8Hz	3.67E-2	m/s^2
10Hz	4.22E-2	m/s^2
12.5Hz	5.09E-2	m/s^2
16Hz	5.89E-2	m/s^2
20Hz	4.85E-2	m/s^2
25Hz	7.61E-2	m/s^2
31.5Hz	0.124	m/s^2
40Hz	0.476	m/s^2
50Hz	0.128	m/s^2
63Hz	9.94E-2	m/s^2
80Hz	0.197	m/s^2
100Hz	7.53E-2	m/s^2
125Hz	7.18E-2	m/s^2
160Hz	4.38E-2	m/s^2
200Hz	2.55E-2	m/s^2
250Hz	1.63E-2	m/s^2

Z

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	2.52E-2	m/s^2
1Hz	3.25E-2	m/s^2
1.25Hz	4.32E-2	m/s^2
1.6Hz	5.59E-2	m/s^2
2Hz	0.118	m/s^2
2.5Hz	0.482	m/s^2
3.15Hz	0.205	m/s^2
4Hz	6.52E-2	m/s^2
5Hz	5.83E-2	m/s^2
6.3Hz	4.13E-2	m/s^2
8Hz	4.85E-2	m/s^2
10Hz	6.45E-2	m/s^2
12.5Hz	4.86E-2	m/s^2
16Hz	4.88E-2	m/s^2
20Hz	5.23E-2	m/s^2
25Hz	5.24E-2	m/s^2
31.5Hz	5.69E-2	m/s^2
40Hz	8.12E-2	m/s^2
50Hz	7.31E-2	m/s^2
63Hz	5.81E-2	m/s^2
80Hz	0.124	m/s^2
100Hz	9.09E-2	m/s^2
125Hz	4.25E-2	m/s^2
160Hz	3.64E-2	m/s^2
200Hz	5.01E-2	m/s^2
250Hz	1.00E-1	m/s^2
315Hz	4.96E-2	m/s^2

Sitio Planta – Flotation

X

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.106	m/s^2
1Hz	8.18E-2	m/s^2
1.25Hz	9.34E-2	m/s^2
1.6Hz	7.54E-2	m/s^2
2Hz	7.46E-2	m/s^2
2.5Hz	7.62E-2	m/s^2
3.15Hz	8.20E-2	m/s^2
4Hz	9.47E-2	m/s^2
5Hz	0.109	m/s^2
6.3Hz	7.99E-2	m/s^2
8Hz	6.59E-2	m/s^2
10Hz	6.32E-2	m/s^2
12.5Hz	6.84E-2	m/s^2
16Hz	9.11E-2	m/s^2
20Hz	8.44E-2	m/s^2
25Hz	7.35E-2	m/s^2
31.5Hz	5.50E-2	m/s^2
40Hz	4.52E-2	m/s^2
50Hz	3.76E-2	m/s^2
63Hz	4.16E-2	m/s^2
80Hz	4.57E-2	m/s^2
100Hz	4.60E-2	m/s^2
125Hz	5.06E-2	m/s^2
160Hz	3.38E-2	m/s^2
200Hz	2.47E-2	m/s^2
250Hz	2.15E-2	m/s^2
315Hz	1.57E-2	m/s^2
400Hz	1.79E-2	m/s^2

Y

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	8.53E-2	m/s^2
1Hz	9.48E-2	m/s^2
1.25Hz	0.121	m/s^2
1.6Hz	0.151	m/s^2
2Hz	0.129	m/s^2
2.5Hz	0.115	m/s^2
3.15Hz	0.121	m/s^2
4Hz	0.123	m/s^2
5Hz	0.103	m/s^2
6.3Hz	7.74E-2	m/s^2
8Hz	0.115	m/s^2
10Hz	7.46E-2	m/s^2
12.5Hz	6.38E-2	m/s^2
16Hz	9.10E-2	m/s^2
20Hz	5.81E-2	m/s^2
25Hz	6.80E-2	m/s^2
31.5Hz	0.134	m/s^2
40Hz	7.58E-2	m/s^2
50Hz	0.118	m/s^2
63Hz	0.100	m/s^2
80Hz	8.77E-2	m/s^2
100Hz	7.20E-2	m/s^2
125Hz	7.25E-2	m/s^2
160Hz	5.18E-2	m/s^2
200Hz	3.14E-2	m/s^2
250Hz	2.13E-2	m/s^2
315Hz	1.60E-2	m/s^2

Z

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.127	m/s^2
1Hz	0.105	m/s^2
1.25Hz	0.116	m/s^2
1.6Hz	0.212	m/s^2
2Hz	0.144	m/s^2
2.5Hz	0.140	m/s^2
3.15Hz	0.185	m/s^2
4Hz	0.117	m/s^2
5Hz	8.31E-2	m/s^2
6.3Hz	0.113	m/s^2
8Hz	9.15E-2	m/s^2
10Hz	8.22E-2	m/s^2
12.5Hz	8.61E-2	m/s^2
16Hz	7.86E-2	m/s^2
20Hz	7.18E-2	m/s^2
25Hz	5.42E-2	m/s^2
31.5Hz	5.04E-2	m/s^2
40Hz	3.79E-2	m/s^2
50Hz	7.02E-2	m/s^2
63Hz	6.71E-2	m/s^2
80Hz	8.57E-2	m/s^2
100Hz	9.20E-2	m/s^2
125Hz	9.52E-2	m/s^2
160Hz	7.71E-2	m/s^2
200Hz	0.120	m/s^2
250Hz	0.158	m/s^2
315Hz	0.137	m/s^2
400Hz	8.25E-2	m/s^2
500Hz	7.68E-2	m/s^2

Pre-Stripping (Botija) – Punto 5

X

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	9.45E-2	m/s²
1Hz	0.109	m/s²
1.25Hz	0.123	m/s²
1.6Hz	0.133	m/s²
2Hz	0.115	m/s²
2.5Hz	0.132	m/s²
3.15Hz	0.107	m/s²
4Hz	9.33E-2	m/s²
5Hz	0.107	m/s²
6.3Hz	0.104	m/s²
8Hz	0.113	m/s²
10Hz	0.113	m/s²
12.5Hz	9.40E-2	m/s²
16Hz	6.00E-2	m/s²
20Hz	5.37E-2	m/s²
25Hz	6.66E-2	m/s²
31.5Hz	5.63E-2	m/s²
40Hz	6.98E-2	m/s²
50Hz	4.47E-2	m/s²
63Hz	3.60E-2	m/s²
80Hz	2.32E-2	m/s²
100Hz	2.82E-2	m/s²
125Hz	2.52E-2	m/s²
160Hz	1.82E-2	m/s²
200Hz	1.48E-2	m/s²
250Hz	1.69E-2	m/s²
315Hz	2.27E-2	m/s²
400Hz	2.00E-2	m/s²

Y

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.90E-2	m/s²
1Hz	2.10E-2	m/s²
1.25Hz	2.68E-2	m/s²
1.6Hz	3.58E-2	m/s²
2Hz	4.56E-2	m/s²
2.5Hz	5.84E-2	m/s²
3.15Hz	7.56E-2	m/s²
4Hz	7.60E-2	m/s²
5Hz	6.24E-2	m/s²
6.3Hz	5.37E-2	m/s²
8Hz	5.00E-2	m/s²
10Hz	5.39E-2	m/s²
12.5Hz	3.70E-2	m/s²
16Hz	5.04E-2	m/s²
20Hz	5.55E-2	m/s²
25Hz	4.88E-2	m/s²
31.5Hz	7.44E-2	m/s²
40Hz	4.39E-2	m/s²
50Hz	2.96E-2	m/s²
63Hz	2.36E-2	m/s²
80Hz	2.26E-2	m/s²
100Hz	6.66E-2	m/s²
125Hz	6.37E-2	m/s²
160Hz	2.37E-2	m/s²
200Hz	1.48E-2	m/s²
250Hz	1.69E-2	m/s²
315Hz	1.78E-2	m/s²

Z

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.04E-2	m/s²
1Hz	1.40E-2	m/s²
1.25Hz	1.76E-2	m/s²
1.6Hz	2.34E-2	m/s²
2Hz	2.93E-2	m/s²
2.5Hz	3.77E-2	m/s²
3.15Hz	4.44E-2	m/s²
4Hz	4.87E-2	m/s²
5Hz	4.91E-2	m/s²
6.3Hz	2.86E-2	m/s²
8Hz	3.10E-2	m/s²
10Hz	4.21E-2	m/s²
12.5Hz	5.98E-2	m/s²
16Hz	6.48E-2	m/s²
20Hz	4.23E-2	m/s²
25Hz	3.41E-2	m/s²
31.5Hz	2.75E-2	m/s²
40Hz	1.32E-2	m/s²
50Hz	9.79E-3	m/s²
63Hz	1.08E-2	m/s²
80Hz	1.08E-2	m/s²
100Hz	1.97E-2	m/s²
125Hz	1.47E-2	m/s²
160Hz	1.02E-2	m/s²
200Hz	1.04E-2	m/s²
250Hz	1.13E-2	m/s²
315Hz	1.26E-2	m/s²
400Hz	1.23E-2	m/s²

Presa Norte – TMF

X

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.136	m/s²
1Hz	0.156	m/s²
1.25Hz	0.155	m/s²
1.6Hz	0.220	m/s²
2Hz	0.242	m/s²
2.5Hz	0.319	m/s²
3.15Hz	0.406	m/s²
4Hz	0.333	m/s²
5Hz	0.200	m/s²
6.3Hz	0.182	m/s²
8Hz	0.256	m/s²
10Hz	0.220	m/s²
12.5Hz	0.145	m/s²
16Hz	0.237	m/s²
20Hz	0.278	m/s²
25Hz	0.244	m/s²
31.5Hz	0.248	m/s²
40Hz	0.218	m/s²
50Hz	0.154	m/s²
63Hz	7.35E-2	m/s²
80Hz	4.87E-2	m/s²
100Hz	4.81E-2	m/s²
125Hz	5.35E-2	m/s²
160Hz	4.64E-2	m/s²
200Hz	3.58E-2	m/s²
250Hz	2.66E-2	m/s²
315Hz	2.51E-2	m/s²
400Hz	2.13E-2	m/s²

Y

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.226	m/s²
1Hz	0.273	m/s²
1.25Hz	0.370	m/s²
1.6Hz	0.438	m/s²
2Hz	0.570	m/s²
2.5Hz	0.611	m/s²
3.15Hz	0.606	m/s²
4Hz	0.730	m/s²
5Hz	1.08	m/s²
6.3Hz	1.35	m/s²
8Hz	1.09	m/s²
10Hz	0.716	m/s²
12.5Hz	0.538	m/s²
16Hz	0.579	m/s²
20Hz	0.743	m/s²
25Hz	0.780	m/s²
31.5Hz	0.749	m/s²
40Hz	0.546	m/s²
50Hz	0.314	m/s²
63Hz	0.242	m/s²
80Hz	0.186	m/s²
100Hz	0.144	m/s²
125Hz	0.125	m/s²
160Hz	0.134	m/s²
200Hz	0.145	m/s²
250Hz	0.117	m/s²
315Hz	5.45E-2	m/s²

Z

Global results

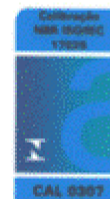
Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.97E-2	m/s²
1Hz	2.50E-2	m/s²
1.25Hz	4.69E-2	m/s²
1.6Hz	6.90E-2	m/s²
2Hz	0.110	m/s²
2.5Hz	0.197	m/s²
3.15Hz	0.297	m/s²
4Hz	0.339	m/s²
5Hz	0.504	m/s²
6.3Hz	0.375	m/s²
8Hz	0.248	m/s²
10Hz	0.216	m/s²
12.5Hz	0.279	m/s²
16Hz	0.336	m/s²
20Hz	0.225	m/s²
25Hz	0.117	m/s²
31.5Hz	7.47E-2	m/s²
40Hz	5.68E-2	m/s²
50Hz	3.54E-2	m/s²
63Hz	3.22E-2	m/s²
80Hz	2.22E-2	m/s²
100Hz	2.57E-2	m/s²
125Hz	2.77E-2	m/s²
160Hz	1.52E-2	m/s²
200Hz	1.24E-2	m/s²
250Hz	1.21E-2	m/s²
315Hz	1.20E-2	m/s²

Anexo 2.7.2

Certificado de calibración del equipo



CALILAB - LABORATORIO DE CALIBRACIÓN Y ENSAYOS
RBC - *REDE BRASILEIRA DE CALIBRAÇÃO*



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº: RBC5-9314-642

1- CLIENTE/ INSTRUMENTO

Fecha de la Calibración: 03/07/2015
Proceso: 15540

Nombre:	Corporación de Dessarrollo Ambiental S.A.	
Dirección:	Calle 74 Oeste - Edificio Plaza Aventura, local M-23 El Dorado - Ciudad de Panamá - Panamá	
Instrumento:	Vibrómetro	Acelerómetro (ACL-1)
Fabricante:	Casella Cel	Casella Cel
Modelo:	Cel 960	Cel-960ACC2
Número de Serie:	20152	20101
Identificación:	EQC 0060	---

2- PATRONES E INSTRUMENTACIÓN

Descripción	Código	Certificado:	Emisor:
Acelerómetro	P172	DIMCI 1897/2013	INMETRO
Sistema de Adquisición	P182	RBC 13/0994	RBC

Amplificador	P187	Sistema de Adquisición	P182
Shaker	P189	Generador (test dinámico)	P128
Generador de Ruido	P206	Termómetro	P210
Convertidor Carga/CCP	P184	Higrómetro	P210

3- INFORMACIONES DE LA CALIBRACIÓN

Procedimiento: IT-943: *Método de calibração de medidor de vibrações de acordo com a norma ISO 16063-21 - Methods for the calibration of vibration and shock transducers - Part 21: Vibration calibration by comparison to a reference transducer.* Respuesta eléctrica de acuerdo con el ISO 8041 - *Human response to vibration - Measuring instrumentation e/ou com a ISO 2954 - Mechanical vibration of rotating and reciprocating machinery - Requirements for instruments for measuring vibration severity*, como aplicable.

Características: La respuesta en frecuencia es determinada por la respuesta dinámica por comparación con un acelerómetro patrón. El test es hecho con el acelerómetro instalado en configuración back-to-back en un excitador dinámico. La sensibilidad es determinada en un sistema de adquisición (analisador). El test de linealidad sigue el mismo procedimiento.

Las ponderaciones en frecuencia, como aplicable, son verificadas por medio de señales eléctricos directos en la unidad de medición. Los errores de las indicaciones son mostrados junto con los límites que el estándar establece para la ponderación determinada.

Para esa calibración fue usada una señal de excitación del tipo: ruido de banda ancha y el sensor pegado con cianoacrilato en la configuración correspondiente.

Condiciones ambientales: Temperatura: 20,4 ºC, Humidad Relativa: 80 %. Promedio de la Temperatura del sensor: 21,0 ºC.

Observaciones generales: 1- Los resultados presentados se refieren al promedio de los valores encontrados.

2- Cada Incertidumbre Expandida de Medida (*U*) es expresada como una incertidumbre estándar multiplicada por el factor de cobertura k = 2,00, para una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre estándar de medición fue determinada de acuerdo con la publicación EA-4/02.

3- Los resultados consignados en este certificado se refieren únicamente al objeto sometido a calibración en las condiciones especificadas, no siendo extensivo a cualquier lote.

4- Este certificado de calibración solo puede ser reproducido integralmente. Reproducciones para fines de divulgación en material publicitario, así como reproducciones parciales, requieren autorización escrita del laboratorio emisor.

5- Para los tests eléctricos el laboratorio cuenta con trazabilidad formal en el rango de 20 Hz a 10 kHz. Para las bajas frecuencias son utilizadas señales eléctricas validadas en el propio laboratorio. La forma de validación fue oportunamente verificada por especialista del Inmetro. Estas informaciones (relativas a la trazabilidad y al método disponibilizado para las bajas frecuencias) fueron negociadas con el cliente en la fase de contratación. El método permite calibrar el instrumento en todo el rango de interés del cliente por el uso de patrón por consenso.

5- Cgcre is Signatory of the ILAC Mutual Recognition Arrangement. Cgcre is Signatory of a Bilateral Mutual Agreement with EA. Cgcre is signatory of the IAAC Mutual Recognition Arrangement

Ejecutante: ____________ Página: 1/4

Este certificado atiende a los requisitos de acreditación por la Cgcre (*Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro*) que evaluó la capacidad del laboratorio y comprobó su trazabilidad a patrones de referencia brasileños (o al Sistema Internacional de Unidades – SI).



CALILAB - LABORATORIO DE CALIBRACIÓN Y ENSAYOS

Laboratorio de Calibración Acreditado por la Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acuerdo con la ABNT NBR ISO/IEC 17025 bajo el Nº 307.

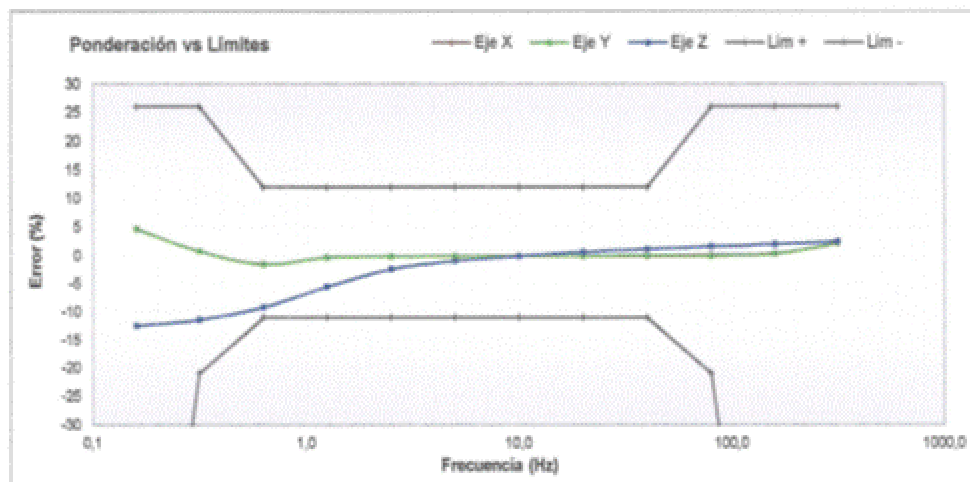
CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº: RBC5-9314-642

4- RESULTADOS Y DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE

(Test Eléctrico - señal de entrada: 2000 mV)

Ponderación en Frecuencia Wd / Wk

Frecuencia Nominal (Hz)	Error Eje X - Wd (%)	Error Eje Y - Wd (%)	Error Eje Z - Wk (%)	Factor Wd (%)	Factor Wk (%)	Límite Superior (%)	Límite Inferior (%)	Incertidumbre (%)
0,1	---	---	---	---	---	---	---	---
0,125	---	---	---	---	---	---	---	---
0,16	4,7	4,7	-12,4	0,155	0,078	26	-100	0,8
0,2	---	---	---	---	---	---	---	---
0,25	---	---	---	---	---	---	---	---
0,315	0,8	0,8	-11,4	0,533	0,264	26	-21	0,8
0,4	---	---	---	---	---	---	---	---
0,5	---	---	---	---	---	---	---	---
0,63	-1,5	-1,5	-9,1	0,944	0,459	12	-11	0,8
0,8	---	---	---	---	---	---	---	---
1	---	---	---	---	---	---	---	---
1,25	-0,2	-0,3	-5,5	1,007	0,485	12	-11	0,8
1,6	---	---	---	---	---	---	---	---
2	---	---	---	---	---	---	---	---
2,5	-0,1	-0,1	-2,4	0,773	0,834	12	-11	0,8
3,15	---	---	---	---	---	---	---	---
4	---	---	---	---	---	---	---	---
5	0,0	0,0	-0,9	0,408	1,039	12	-11	0,8
6,3	---	---	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---	---	---
10	0,0	0,0	0,0	0,202	0,988	12	-11	0,4
12,5	---	---	---	---	---	---	---	---
16	---	---	---	---	---	---	---	---
20	0,0	0,0	0,7	0,100	0,837	12	-11	0,4
25	---	---	---	---	---	---	---	---
31,5	---	---	---	---	---	---	---	---
40	0,0	0,1	1,2	0,050	0,316	12	-11	0,6
50	---	---	---	---	---	---	---	---
63	---	---	---	---	---	---	---	---
80	0,2	0,0	1,7	0,021	0,134	26	-21	0,6
100	---	---	---	---	---	---	---	---
125	---	---	---	---	---	---	---	---
160	0,4	0,4	2,1	0,005	0,029	26	-100	0,6
200	---	---	---	---	---	---	---	---
250	---	---	---	---	---	---	---	---
315	2,2	2,3	2,6	0,001	0,004	26	-100	0,6
400	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---



Ejecutante:

Página: 2/4



CALILAB - LABORATORIO DE CALIBRACIÓN Y ENSAYOS

Laboratorio de Calibración Acreditado por la Cgcre (*Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro*) de acuerdo con la ABNT NBR ISO/IEC 17025 bajo el Nº 307.

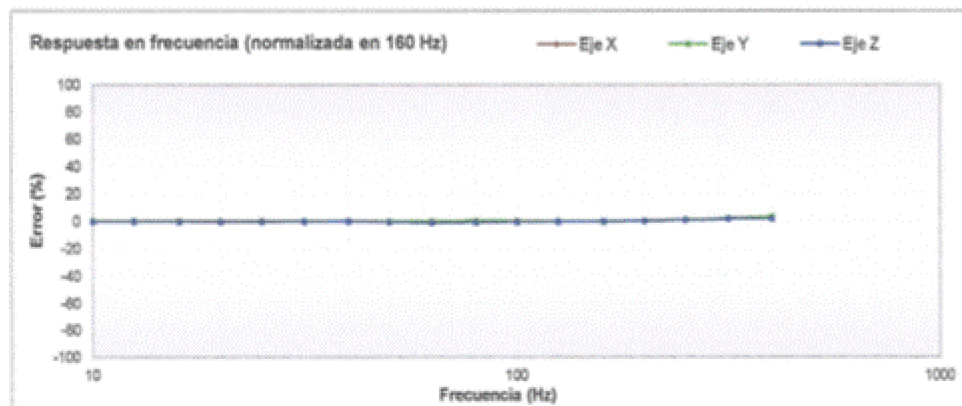
CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº: RBC5-9314-642

Respuesta en Frecuencia - (Nivel de excitación en 160 Hz: 10 m/s²)

	Frecuencia Nominal (Hz)	Eje X Sensibilidad en [mV/(m/s²)]	Eje X Sensibilidad norm. en [%]	Eje Y Sensibilidad en [mV/(m/s²)]	Eje Y Sensibilidad norm. en [%]	Eje Z Sensibilidad en [mV/(m/s²)]	Eje Z Sensibilidad norm. en [%]	Incertidumbre (%)
Acelerómetro ACL-1	10	11,85	0,1	11,86	0,2	11,90	-0,1	2,0
	12,5	11,84	0,0	11,86	0,2	11,89	-0,2	1,7
	16	11,81	-0,2	11,85	0,1	11,88	-0,3	1,5
	20	11,79	-0,4	11,85	0,1	11,88	-0,2	1,5
	25	11,79	-0,4	11,87	0,3	11,89	-0,2	1,5
	31,5	11,83	-0,1	11,85	0,1	11,90	-0,1	1,3
	40	11,85	0,1	11,82	-0,2	11,93	0,2	1,2
	50	11,84	0,0	11,83	-0,1	11,85	-0,5	0,9
	63	11,86	0,1	11,85	0,1	11,78	-1,1	0,9
	80	11,88	0,3	11,88	0,4	11,82	-0,8	0,9
	100	11,86	0,2	11,87	0,2	11,85	-0,5	0,9
	125	11,83	-0,1	11,83	-0,1	11,89	-0,2	0,9
	160	11,84	0,0	11,84	0,0	11,91	0,0	0,9
	200	11,88	0,4	11,88	0,4	11,95	0,3	0,9
	250	11,96	1,0	11,96	1,0	12,03	1,0	0,9
	315	12,06	1,9	12,07	1,9	12,13	1,9	0,9
	400	12,20	3,1	12,20	3,1	12,13	1,8	0,9
	500	—	—	—	—	—	—	—
	630	—	—	—	—	—	—	—
	800	—	—	—	—	—	—	—
	1000	—	—	—	—	—	—	—
	1250	—	—	—	—	—	—	—
	1600	—	—	—	—	—	—	—
	2000	—	—	—	—	—	—	—
	2500	—	—	—	—	—	—	—
	3150	—	—	—	—	—	—	—
	4000	—	—	—	—	—	—	—
	5000	—	—	—	—	—	—	—
	6300	—	—	—	—	—	—	—
	8000	—	—	—	—	—	—	—
	10000	—	—	—	—	—	—	—

Respuesta en % normalizada en 160 Hz

	Frecuencia Nominal (Hz)	Sensibilidad Eje X	Sensibilidad Eje Y	Sensibilidad Eje Z
mV/(m/s²)	80	11,88	11,88	11,82
	160	11,84	11,84	11,91
mV/gn	80	116,5	116,5	115,9
	160	116,1	116,1	116,8



Ejecutante: [signature]



CALILAB - LABORATORIO DE CALIBRACIÓN Y ENSAYOS
Laboratorio de Calibración Acreditado por la Cgcre (*Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro*) de acuerdo con la ABNT NBR ISO/IEC 17025 bajo el N° 307.

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº: RBC5-9314-642

Linealidad - Test dinámico (Referencia: 80 Hz) - Acelerómetro ACL-1 (Eje Z)

Aceleración de Referencia (m/s²)	Aceleración Medida (m/s²)	Límite del Intervalo de Indicación	Error (m/s²)	Error (%)	Límite (± %)	Incertidumbre (%)
0,50	0,49	3000	-0,01	-1,9	---	4,4
1,00	0,97	3000	-0,03	-2,9	---	2,3
2,00	1,94	3000	-0,06	-2,9	---	1,4
3,00	2,91	3000	-0,09	-3,2	---	1,1
4,00	3,88	3000	-0,12	-3,1	---	1,0
5,00	4,84	3000	-0,16	-3,2	---	0,9
10,00	9,71	3000	-0,29	-2,9	---	0,9
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---

Ejecutante: David Bello
Firma Autorizada

Fecha de emisión: 03/07/2015

Página: 4/4

Cliente: CODESA Processo: 15540	TOTAL SAFETY CHECK LIST

Registro de Controle e Inspeção de Entrada/Saída de Equipamento(s):

C1	C2	QTE.	RELAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS
(X)	(X)	01	MEDIDOR DE VIBRAÇÕES MARCA CEL, MODELO 960, S/N 20152;
(X)	(X)	01	BASE DE CARGA;
(X)	(X)	01	FONTE DE ALIMENTAÇÃO;
(X)	(X)	01	CABO USB;
(X)	(X)	01	ACELERÔMETRO DE ASSENTO MARCA CEL, MODELO 960ACC2, S/N 20101
(X)	(X)	01	CERTIFICADO DO FABRICANTE.

Inspeção de Entrada

Execução da Inspeção :
Data: 02/07/15, Hora: 10:20
Nome: Leonardo Alves
Visto: [signature]

Inspeção de Saída

Executou a Inspeção: (C1)	Conferiu a Inspeção: (C2)
Data: 06/07/15, Hora: 11:30	Data: 06/07/15, Hora: 11:40
Nome: Leonardo Alves	Nome: Andrea Bello
Visto: [signature]	Visto: [signature]

Total Safety Ltda.- R. Gal. Humberto de A. C. Branco 310 – S.C. Sul – SP – 09560-380 - Tel (11) 4220-2600 - Pág.: 1/1

FOR-404-3-Rev00

Anexo 2.7.3

Extracto de la Norma de vibraciones en Panamá

REPÚBLICA DE PANAMÁ
ASAMBLEA LEGISLATIVA
LEGISPAN
LEGISLACIÓN DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ

Tipo de Norma: RESOLUCION

Número: 505 Referencia:

Año: 1999 Fecha(dd-mm-aaaa): 06-10-1999

Titulo: (REGLAMENTO TECNICO DGNTI-COPANIT-45-2000. HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.)

Dictada por: MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS

Gaceta Oficial: 24163 Publicada el: 18-10-2000

Rama del Derecho: DER. DE TRABAJO, DER. INDUSTRIAL Y DE MINAS

Palabras Claves: Normas técnicas y especificaciones, Salud y seguridad ocupacional, Ruido

Páginas: 12 Tamaño en Mb: 1.223

Rollo: 513 Posición: 3827

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCION GENERAL DE NORMAS Y
TECNOLOGIA INDUSTRIAL
RESOLUCION Nº 505
(De 6 de octubre de 1999)

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

REGLAMENTO TÉCNICO
DGNTI – COPANIT 45 – 2000

HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
CONDICIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD
EN AMBIENTES DE TRABAJO DONDE SE
GENEREN VIBRACIONES.

TABLA N° 1: NIVELES ADMISIBLES PARA LAS VIBRACIONES GENERALES EN LA DIRECCIÓN DEL EJE "Z".

Frecuencia media de la banda terciaria	Aceleración en m / s² Tiempo de exposición diaria							
(Hz)	8 Hrs.	4 Hrs.	2 Hrs.	1 Hrs.	30 min.	15 min	7.5 min	<5 min.
1.00	0.630	0.880	1.260	1.780	2.520	3.560	5.040	6.180
1.25	0.560	0.790	1.130	1.590	2.250	3.180	4.500	5.520
1.60	0.500	0.700	1.000	1.410	2.000	2.820	4.000	4.900
2.00	0.450	0.620	0.890	1.250	1.770	2.510	3.550	4.350
2.50	0.400	0.550	0.790	1.110	1.580	2.220	3.150	3.860
3.15	0.355	0.490	0.700	1.950	1.400	1.980	2.800	3.430
4.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
5.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
6.30	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
8.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.050
10.00	0.400	0.570	0.800	1.130	1.600	2.260	3.200	3.920
12.50	0.500	0.710	1.000	1.410	2.000	2.830	4.000	4.900
16.00	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.560	5.040	6.170
20.00	0.800	1.330	1.600	2.260	3.200	4.520	6.390	7.830
25.00	1.000	1.410	2.000	2.830	4.000	5.650	7.990	9.790
31.50	1.250	1.770	2.500	3.530	5.000	7.080	9.990	12.24
40.00	1.600	2.260	3.200	4.520	6.400	9.040	12.79	15.67
50.00	2.000	2.830	4.000	5.650	8.000	11.31	15.99	19.59
63.00	2.500	3.540	5.000	7.070	10.00	14.14	19.99	24.49
80.00	3.150	4.450	6.300	8.910	12.59	17.81	25.18	30.85

TABLA N°2: NIVELES ADMISIBLES PARA LAS VIBRACIONES GENERALES EN LA DIRECCIÓN DE LOS EJES " X" y " Y".

Frecuencia media de la banda terciaria	Aceleración en m / s^2 Tiempo de exposición diaria							
(Hz)	8 Hrs.	4 Hrs.	2 Hrs.	1 Hrs.	30 min.	15 min.	7.5 min	< 5 min.
1.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.25	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.60	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
2.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	0.790	2.190
2.50	0.240	0.400	0.560	0.790	1.120	1.580	2.240	2.740
3.15	0.555	0.500	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	3.480
4.00	0.450	0.640	0.900	1.270	1.800	2.540	3.600	4.410
5.00	0.560	0.790	1.120	1.580	2.240	3.170	4.480	5.480
6.30	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	4.010	6.670	6.950
8.00	0.900	1.270	1.800	2.540	3.600	5.090	7.190	8.810
10.00	1.120	1.580	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	10.97
12.50	1.400	1.980	2.000	3.960	5.600	7.910	11.95	13.71
16.00	1.800	2.540	3.600	5.090	7.200	10.17	14.39	17.62
20.00	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	12.66	17.90	21.93
25.00	2.800	3.960	5.560	7.920	11.19	15.83	22.38	27.42
31.50	3.550	5.020	7.100	10.04	14.19	20.07	28.37	34.76
40.00	4.500	6.360	9.000	12.72	17.99	25.44	35.97	44.06
50.00	5.600	7.920	11.20	15.83	22.39	31.65	44.76	64.83
63.00	7.100	10.04	14.20	20.07	28.38	40.13	56.75	69.52
80.00	9.000	12.73	17.99	25.44	35.98	50.87	71.93	88.12

Anexo 2.7.4
Cadenas de Custodia